

JORNADA USUARIOS INFRAESTRUCTURA CESGA 2023

HPC, BIG DATA, AI y QUANTUM

Santiago de Compostela

14/12/2023

---

# Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) y recursos HPC

---

**Anne Gosset**

**Centro de Investigación en Tecnoloxías Navais e Industriais (CITENI)**

Campus Industrial de Ferrol

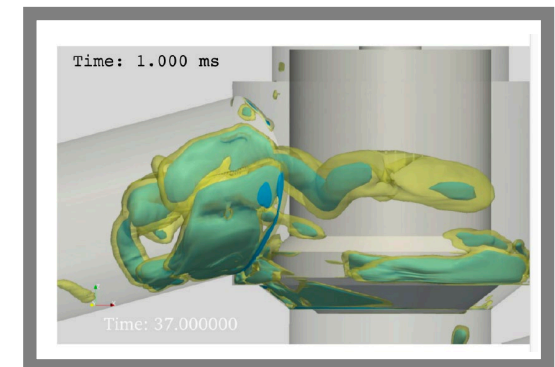
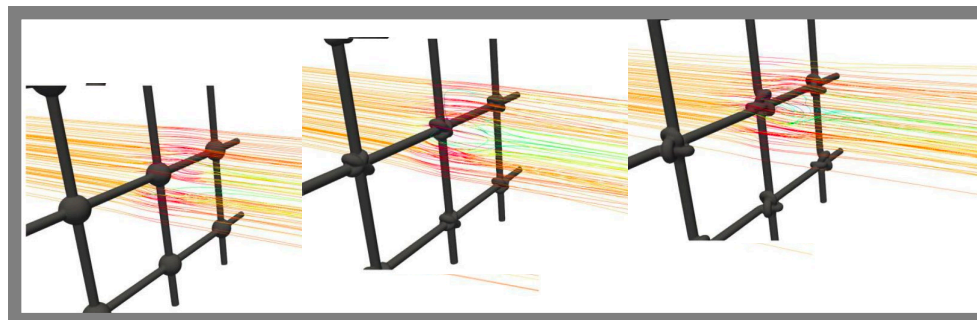
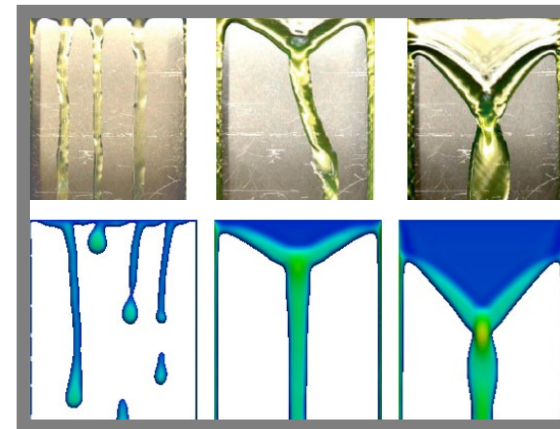
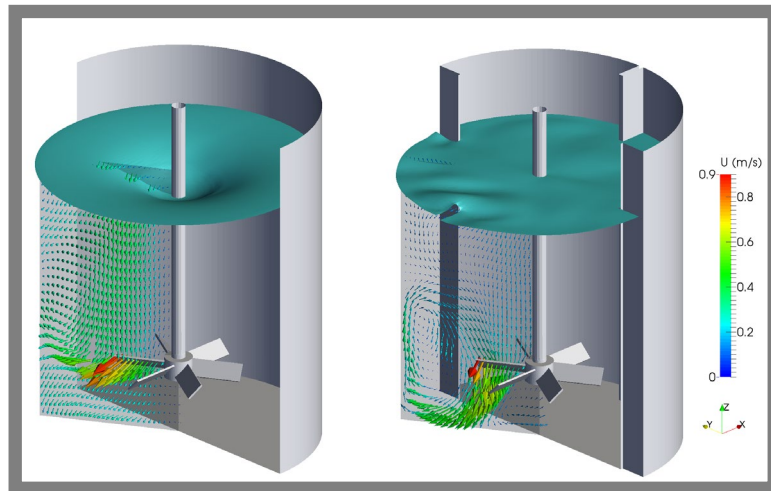
Universidade da Coruña

Grupo Integrado de Ingeniería

email: [anne.gosset@udc.es](mailto:anne.gosset@udc.es)

# DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

La **Dinámica de fluidos computacional (CFD)** es la rama de la mecánica de fluidos que utiliza métodos numéricos y algoritmos para resolver y analizar problemas sobre el flujo de fluidos.



Ecuaciones de Navier Stokes de la dinámica de fluidos:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\rho \left[ \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} u + \frac{\partial u}{\partial y} v + \frac{\partial u}{\partial z} w \right] = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \rho g_x$$

$$\rho \left[ \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v}{\partial x} u + \frac{\partial v}{\partial y} v + \frac{\partial v}{\partial z} w \right] = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \rho g_y \quad \text{1®}$$

$$\rho \left[ \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial w}{\partial x} u + \frac{\partial w}{\partial y} v + \frac{\partial w}{\partial z} w \right] = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + \rho g_z$$

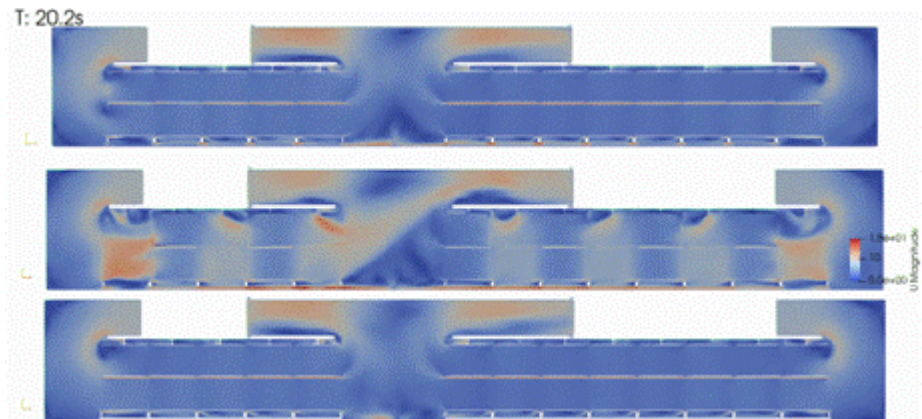
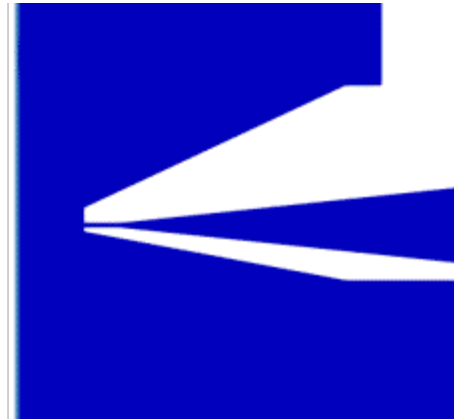
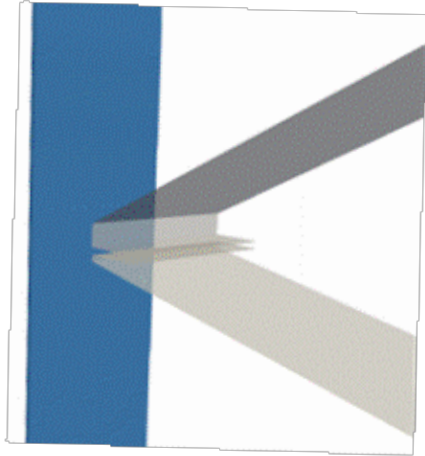
Librerías C++ de volúmenes finitos: Open▽FOAM®

# ÁMBITOS DE APLICACIÓN

- **Procesos industriales**
  - Metalurgia
  - Ingeniería química (reactores..)
  - Madera
  - Revestimientos e impresión 3D
  - Redes hidráulicas y bombas
- **Aplicaciones en el sector aeronáutico/aeroespacial**
  - Propulsión espacial
  - Escarcha en aeronáutica
- **Aplicaciones en el sector naval**
  - Propulsión
  - Redes de pesca
  - Aerodinámica de superestructuras
  - Aplicaciones offshore

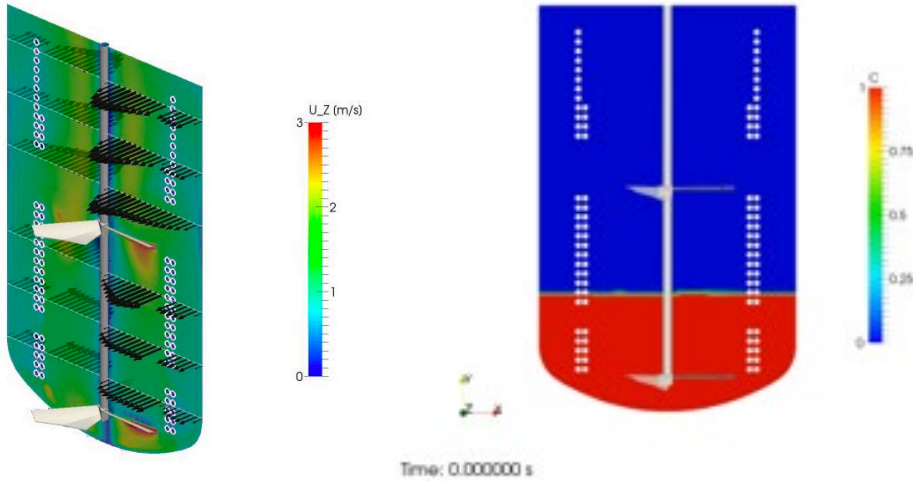
# ÁMBITOS DE APLICACIÓN

## - Procesos industriales



# ÁMBITOS DE APLICACIÓN

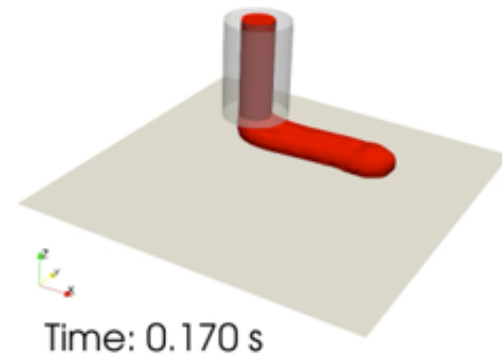
## - Procesos industriales



Reactores químicos



Impresión 3D



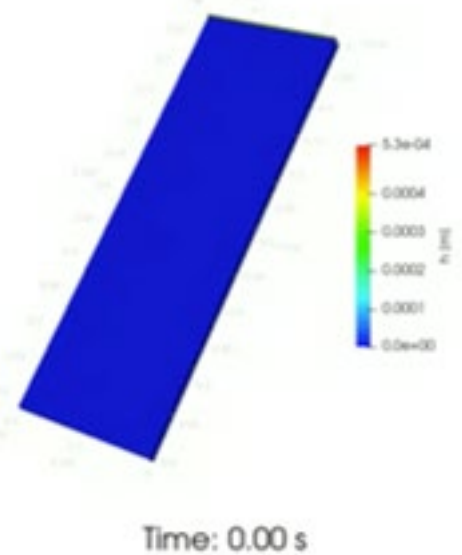
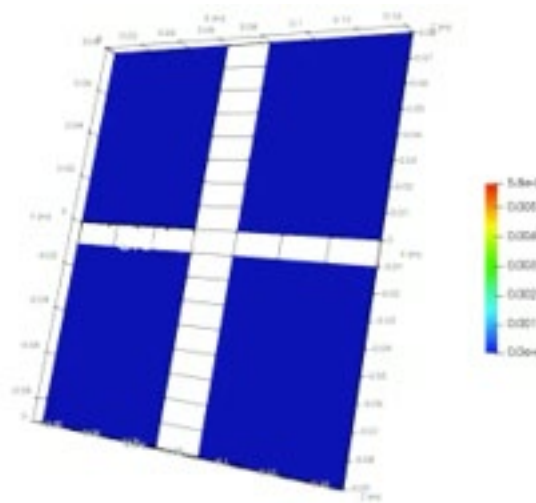
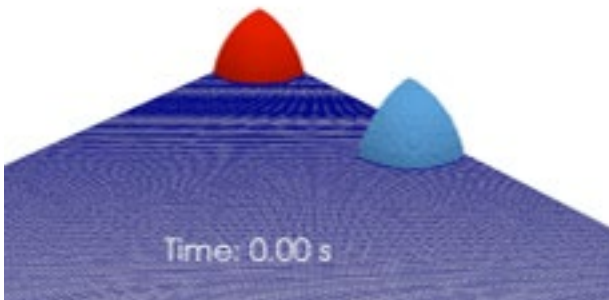
# ÁMBITOS DE APLICACIÓN

## - Procesos industriales



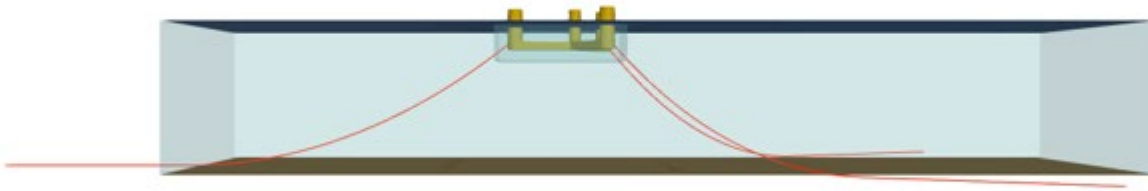
Sistemas hidráulicos

Películas finas y problemas de mojabilidad

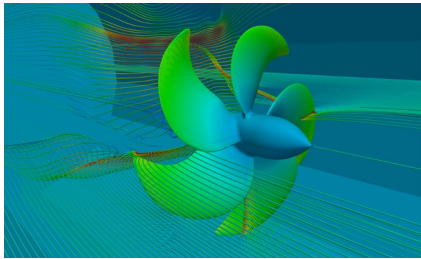


# ÁMBITOS DE APLICACIÓN

## - Aplicaciones en el sector naval



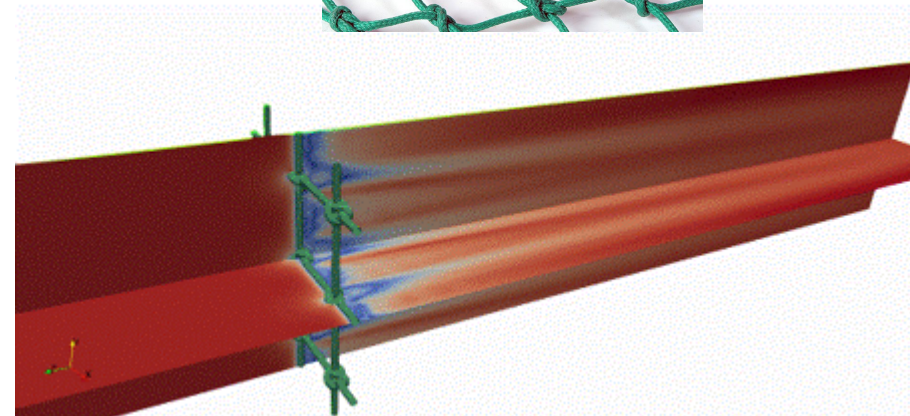
Estructuras flotantes



Propulsión naval



Redes de pesca

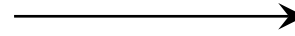




# NUESTRO USO DE LA CFD

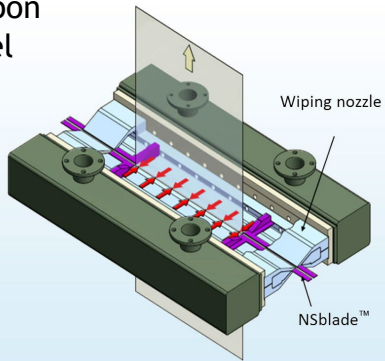
Desarrollo de modelos CFD para simular flujos que son determinantes para la eficacia de procesos industriales

“Experimentos numéricos”

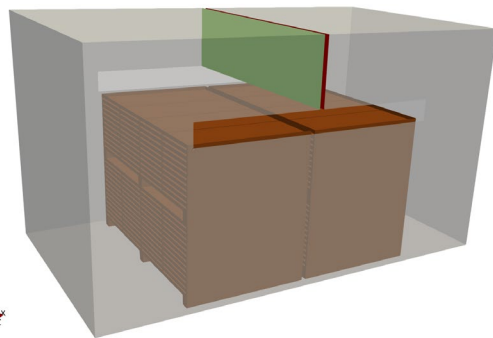


Validación de modelos simplificados

Nippon Steel



**Escurrido neumático en galvanización**

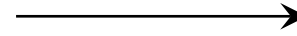


**Secado de madera**

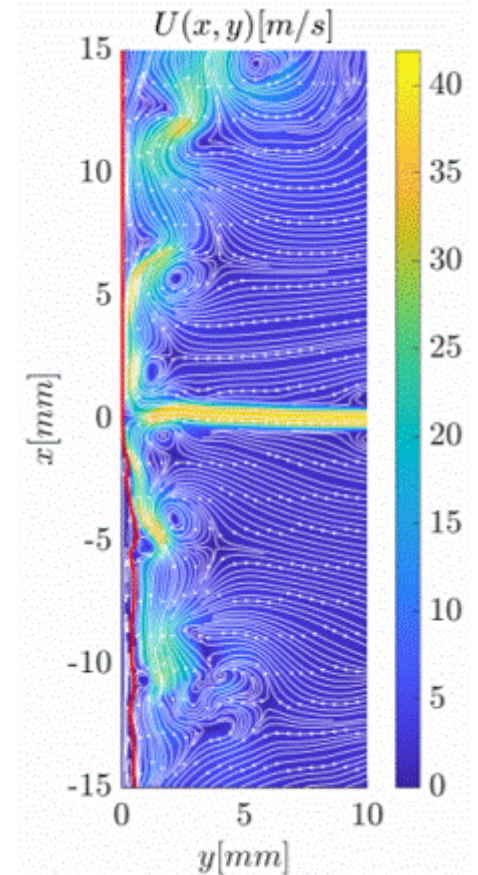
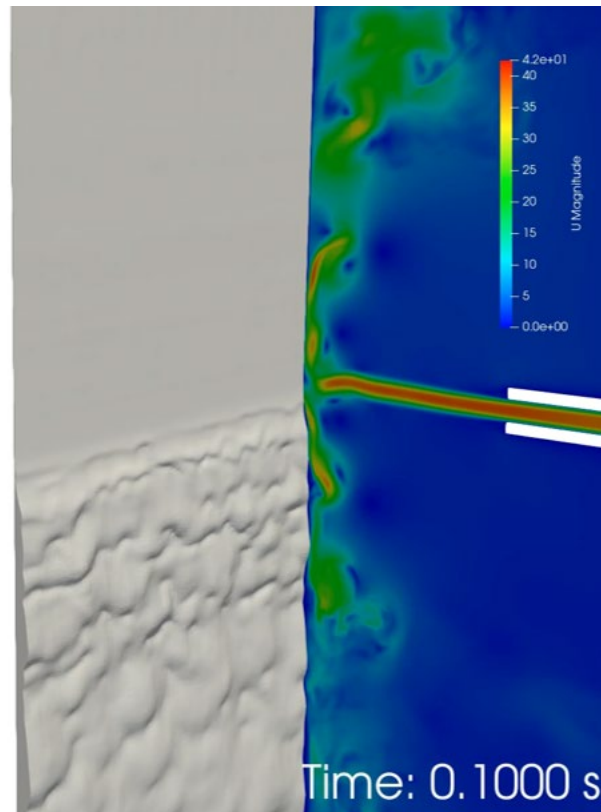
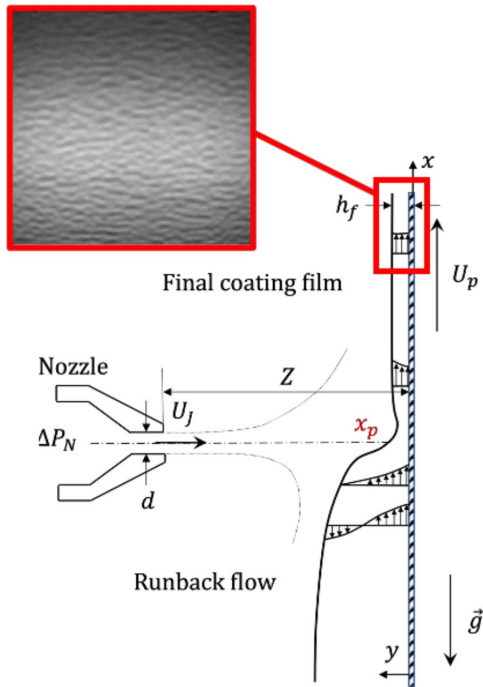
# NUESTRO USO DE LA CFD

## Escurrido neumático en galvanización

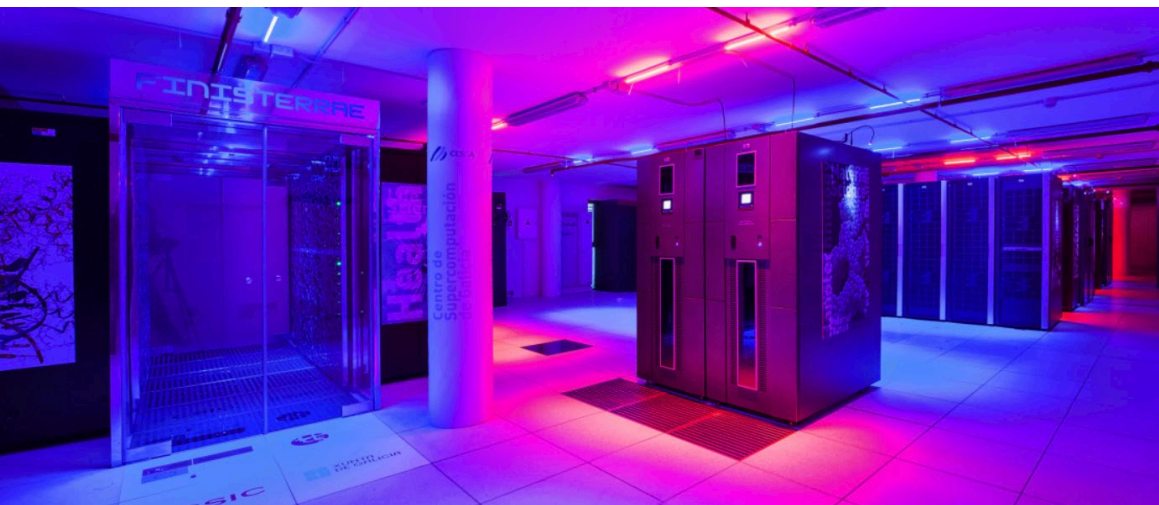
Simulaciones transitorias y difásicas del proceso → Interacción líquido gas



Validación de un modelo simplificado de película líquida



# COSTE COMPUTACIONAL



## Computational cost

- **300 - 700 hours CPU/s** of real flow using 288 processors (Intel Xeon E5-2680v3) with dipropylene glycol.
- **2700 - 4300 hours CPU/s** of real flow using 1024 processors with water.
- **>5000 h CPU/s** of real flow using 1024 processors with zinc in moderate wiping conditions.
- **10M CPU** hours of priority access to the **Spanish Supercomputing Network (RES)**.
- **>10 TB** of data.

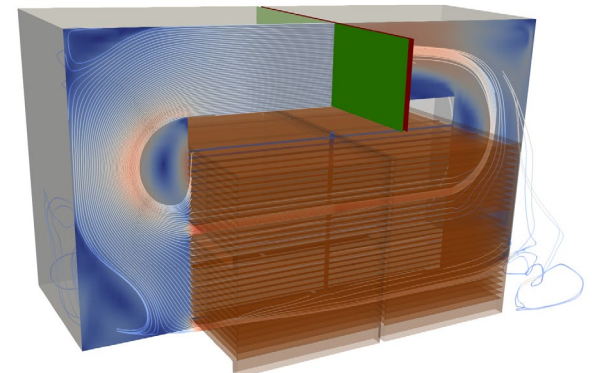
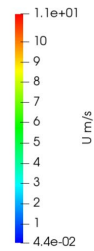
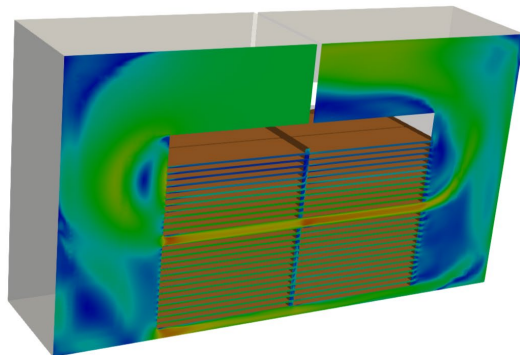
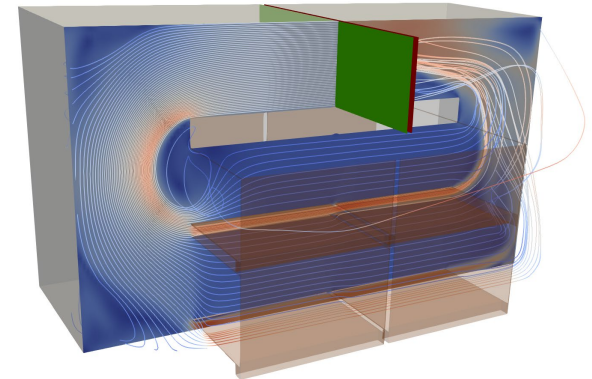
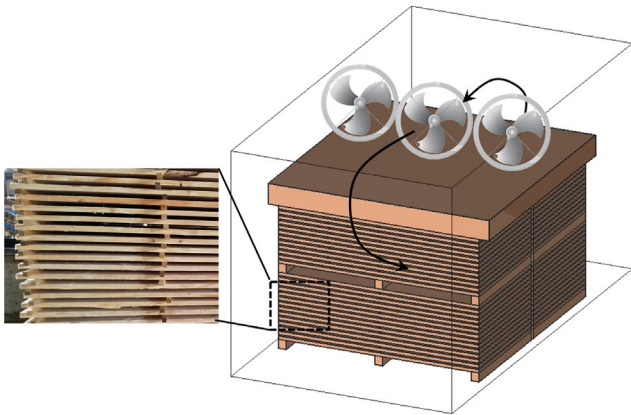
# NUESTRO USO DE LA CFD

## Secado de la madera

Simulaciones transitorias del flujo de aire en la geometría detallada



Modelización de los castillos de madera como medio poroso



JORNADA USUARIOS INFRAESTRUCTURA CESGA 2023

HPC, BIG DATA, AI y QUANTUM

Santiago de Compostela

14/12/2023

---

# Gracias por su atención

---

**Anne Gosset**

**Centro de Investigación en Tecnoloxías Navais e Industriais (CITENI)**

Campus Industrial de Ferrol

Universidade da Coruña

Grupo Integrado de Ingeniería

email: [anne.gosset@udc.es](mailto:anne.gosset@udc.es)